

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



544 789

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
19. August 2004 (19.08.2004)

PCT

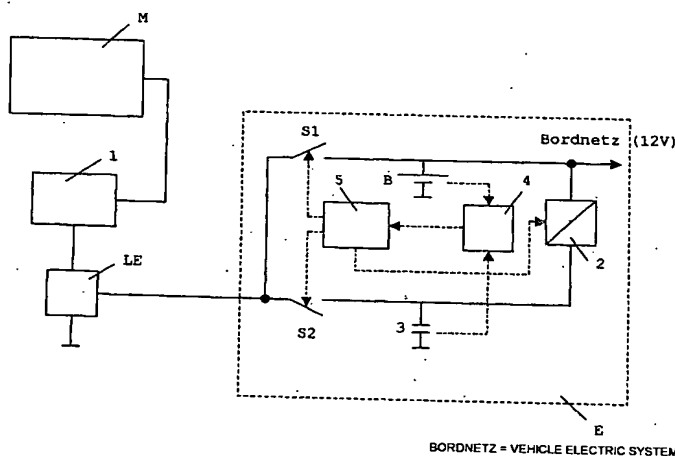
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/070910 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H02J 7/14** (72) Erfinder: **HENI, Anton** (verstorben).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/014219** (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Dezember 2003 (13.12.2003) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DINSER, Wolfgang** [DE/DE]; Hofstrasse 12, 73776 Altbach (DE). **KRO-NEWITTER, Matthias** [DE/DE]; Urbanstrasse 52, 73728 Esslingen (DE).
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** (74) Anwälte: **SCHEIDT, Martin** usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546 Stuttgart (DE).
- (30) Angaben zur Priorität:  
103 05 058.2 7. Februar 2003 (07.02.2003) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
- (71) Anmelder (nur für US): **HENI, Irmgard** (Erbin des verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Georg-Friedrich-Händel-Strasse 19, 71394 Kernen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **JP, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **POWER SUPPLY CIRCUIT FOR A MOTOR VEHICLE ELECTRIC SYSTEM**

(54) Bezeichnung: **ENERGIEVERSORGUNGSSCHALTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG-BORDNETZ**



BORDNETZ = VEHICLE ELECTRIC SYSTEM

(57) Abstract: The invention relates to a power supply circuit for a motor vehicle electric system comprising a starter generator (1), a power electronics system (LE), at least one battery (B), at least one dynamic energy accumulator (3) and a DC/DC converter (2). The power supply circuit comprises a first connection branch which is connected to the DC/DC converter (2) and to a dynamic energy accumulator (3) contact, in addition to a second connection branch which is connected to a battery (B) contact. The two connection branches can be separated from the starter generator (1) by means of controllable switches (S1, S2). A control device (5) controls the switches (S1, S2) in the first and second connection branch and also controls the DC/DC converter (2), according to the charge state of the battery (B), and the energy accumulator (3) in addition to an operational state of the motor vehicle such that the recovered energy is stored in the energy accumulator (3), drive support is provided by power from the energy accumulator (3) when charged or prior to that from the battery (B), and power from the energy accumulator (3) is used for a rapid start, whereby the battery is charged according to the charging state thereof and the electric system is fed by the battery (B) after recovery.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/070910 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung offenbart eine Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz mit einem Starter-Generator (1), einer Leistungselektronik (LE), mindestens einer Batterie (B), mindestens einem dynamischen Energiespeicher (3) und einem DC/DC-Wandler (2). Die Energieversorgungsschaltung weist einen ersten mit dem DC/DC-Wandler (2) versehenen und mit einem Anschluss des dynamischen Energiespeichers (3) verbundenen Verbindungsweig und einen zweiten mit einem Anschluss der Batterie (B) verbundenen Verbindungsweig auf. Beide Verbindungsweige sind über steuerbare Schalter (S1, S2) vom Starter-Generator (1) trennbar. Eine Steuereinrichtung (5) steuert die Schalter (S1, S2) in dem ersten und zweiten Verbindungsweig sowie den DC/DC-Wandler (2) ansprechend auf einen Ladezustand der Batterie (B) und des Energiespeichers (3) sowie einen Betriebszustand des Kraftfahrzeugs derart an, dass vorhandene Rekuperationsenergie im Energiespeicher (3) gespeichert wird, eine Antriebsunterstützung durch Energie aus dem Energiespeicher (3) erfolgt, sobald dieser geladen ist, und bis dahin aus der Batterie (B), für einen Schnellstart Energie aus dem Energiespeicher (3) genützt wird, die Batterie entsprechend ihrem Ladezustand bedarfsgerecht geladen wird und nach einer Rekuperation das Bordnetz über die Batterie (B) gespeist wird.

DaimlerChrysler AG

Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz

Die Erfindung betrifft eine Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

In Energieversorgungsschaltungen für Kraftfahrzeug-Bordnetze für Fahrzeuge mit Starter/Generator-Systemen für Stopp/Start und Rekuperation werden die durch Start, Stopp bzw. Rekuperation entsprechenden Belastungen des Bordnetzes mittels eines Kondensators abgedeckt, in dem überschüssige Energie gespeichert bzw. dem Energie entzogen wird. Durch die Ausbildung des Kondensators kann die Batterie entlastet und damit ihre Lebensdauer gesteigert werden. Insbesondere kann durch das reproduzierbare Verhalten eines Kondensators gegenüber einer Batterie das Verbrauchspotential durch Rekuperation optimiert werden. Durch Einsatz eines Kondensators mit höherer Spannungslage als in einem 12V-Bordnetz erlaubt, z.B. 20V, wird eine Steigerung der Speicherenergie bei Rekuperation und eine Reduzierung der Startzeit des Motors im Stopp/Start-Betrieb erzielt.

Aus der DE 199 17 294 A1 ist ein Bordnetz für Kraftfahrzeuge bekannt, das mindestens eine Batterie, einen Generator und elektrische Verbraucher umfasst. Der Batterie und der Generator sind zueinander parallel geschaltet. Zwischen der Batterie und dem Generator ist ein dynamischer Energiespeicher parallel geschaltet und zwischen der Batterie und dem dynamischen Energiespeicher ein steuerbarer Schalter angeordnet, der in Abhängigkeit vom Ladezustand der Batterie und/oder der Betriebstemperatur betätigbar ist. Bei Überschreitung eines

Schwellwerts der Betriebstemperatur oder, wenn die Batterie knapp unterhalb der Vollladung ist, wird der steuerbare Schalter geöffnet, um eine Zerstörung der Batterie zu verhindern.

Weiterhin offenbart die DE 198 46 319 C1 eine Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeugbordnetz mit zwei Spannungsversorgungszweigen auf unterschiedlichen Spannungsebenen. Dabei ist der ersten Spannungsversorgungszweig über einen elektrischen Gleichspannungswandler von dem zweiten Spannungsversorgungszweig und der zwei Spannungsversorgungszweig von einem Generator gespeist wird. Zumindest ein Spannungsversorgungszweig ist durch einen zugeordneten Energiespeicher gepuffert. Es ist ein Mehrfachwandler mit drei Spannungsebenen ausgebildet, dessen einer Ein/Ausgang mit dem zweiten Spannungsversorgungszweig, dessen anderer Ein/Ausgang mit dem ersten Spannungsversorgungszweig und dessen dritter Ein/Ausgang mit dem dem ersten Spannungsversorgungszweig zugeordneten Energiespeicher verbunden ist. Der Mehrfachwandler ermöglicht bedarfsweise eine variable Aufteilung der Leistungsströme zwischen verschiedenen Ein/Ausgängen.

Zudem ist aus der DE 196 28 877 A1 ein Bordnetz für Fahrzeuge bekannt, bei dem eine Batterie und ein Hochleistungsenergiespeicher, wie beispielsweise ein Superkondensator abwechselnd u.a. durch Bremsenergie geladen werden. Die gespeicherte Energie wird u.a. zum Beschleunigen des Fahrzeugs genutzt. Ferner kann die Batterie mit Überschussenergie des Hochleistungsenergiespeichers nachgeladen werden.

Schließlich ist aus der DE 100 63 751 A1 ein Fahrzeugbordnetz bekannt, das einen Starter-Generator aufweist.

Ein ISAD(= Integrated Starter Alternator Damper)-System, d.h. ein Bordnetz für Integrierten Starter/Generator, wie es bei-

spielsweise von Continental vertrieben wird, ist in Fig. 3 gezeigt. Das ISAD-System umfasst ein Zwei-Spannungsbordnetz für 12V und 42V und ist wie folgt aufgebaut. Eine ISAD-Maschine 30 ist über einen Frequenzwandler 31 mit einem 42V-Bordnetz verbunden, das beispielsweise für einen elektronischen A/C-Kompressor, eine elektronische Lenkung, eine elektronische Ventilsteuerung, eine elektronische Katalysator-Heizung, usw. verwendet wird. Weiterhin ist der Frequenzwandler 31 über einen DC/DC-Wandler 32 mit einem 12V-Bordnetz verbunden, das für Licht, Radio, ECU, usw. verwendet wird. Der Frequenzwandler 31 ebenso wie der DC/DC-Wandler 32 werden durch eine Steuereinheit 33 überwacht. Weiterhin ist sowohl eine 12V-Batterie 34, die mit dem 12V-Bordnetz verbunden ist, als auch eine 42V Starter-Batterie 35 mit dem 42V-Bordnetz. Die beiden Batterien 34, 35 sind jeweils an ein Batterie-Status-Überwachungssystem 36 angeschlossen. Als Energiespeicher mit geringem Innenwiderstand wird beispielsweise ein Ultra-Cap verwendet. Der Energiespeicher wird in das Bordnetz über einen bidirektionalen DC/DC-Wandler eingebunden.

Problematisch ist bei einem derartigen herkömmlichen System bzw. einer derartigen Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz jedoch, dass der DC/DC-Wandler auf die maximale Leistung des Energiespeichers ausgelegt werden muss. Dies hat einen größeren Aufwand und höhere Kosten zur Folge, insbesondere, da auch eine große Batterie erforderlich ist.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz derart weiterzubilden, dass es nicht mehr erforderlich ist, den DC/DC-Wandler auf die maximale Leistung des Energiespeichers auszulegen und die Batterie verkleinert werden kann, ohne die Bordnetzzuverlässigkeit und/oder die Starticherheit zu verringern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Energieversor-

gungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Durch die direkte Kopplung des Energiespeichers mit dem Starter/Generator sind die Verluste gering. Zudem ist eine spannungsgeregelte Aufladung eines entladenen Energiespeichers über den Starter/Generator möglich, wodurch ein besserer Wirkungsgrad als beim DC/DC-Wandler erzielbar ist. Zudem ist für die Einbindung des Energiespeichers in das Bordnetz nun ein DC/DC-Wandler ausreichend, der auf die mittlere Leistung des Energiespeichers ausgelegt ist.

Im Folgenden wird nun die erfindungsgemäße Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz,
- Fig. 2 eine tabellarische Darstellung von verschiedenen Betriebszuständen und zugehörigen Ladezuständen eines Energiespeichers und den entsprechend verwendeten Energiequellen für das Bordnetz, und
- Fig. 3 den Aufbau eines herkömmlichen ISAD-Systems für ein 12V/42V-Bordnetz.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz am Beispiel eines Kraftfahrzeugs mit einem 12V-Bordnetz gezeigt. Selbstverständlich kann die erfindungsgemäße Energieversorgungsschaltung auch bei Bordnetzen mit anderem Spannungsniveau oder Mehrspannungs-Bordnetzen verwendet werden. Bei Mehrspannungs-

Bordnetzen kann dann einer oder mehrere der jeweiligen Spannungszweige erfindungsgemäß modifiziert werden.

In Fig. 1 bezeichnet M einen Motor und 1 einen Starter-Generator, der entweder ein riemengetriebener Starter-Generator oder ein integrierter Starter-Generator sein kann, der mit dem Motor M verbunden ist. Der Starter-Generator 1 ist über eine Leistungselektronik LE mit der erfindungsgemäßen Energieversorgungsschaltung EV verbunden.

Diese Energieversorgungsschaltung weist zwei verschiedene Spannungsversorgungszweige auf. Der erste Spannungsversorgungszweig weist einen Schalter S1 auf, über den der Starter-Generator 1 mit der nachgeschalteten Leistungselektronik LE direkt mit einer Batterie B, im beschriebenen Ausführungsbeispiel einer 12V Batterie mit 70Ah, und dem Bordnetz, hier einem 12V-Bordnetz verbindbar ist. Der zweite Spannungsversorgungszweig weist einen Schalter S2 auf, über den der Starter-Generator 1 mit nachgeschalteter Leistungselektronik LE direkt mit einem Energiespeicher 3, beispielsweise einem Ultracap für 14V/550F und über einen DC/DC-Wandler 2 mit dem Bordnetz, hier dem 12V-Bordnetz verbindbar ist. Weiterhin weist die Energieversorgungsschaltung E eine Überwachungseinrichtung 4 auf, die den Ladezustand der Batterie B sowie des Energiespeichers 3 überwacht. Das Überwachungsergebnis der Überwachungseinrichtung 4 wird einer Steuereinrichtung 5 zugeführt, die ansprechend auf dieses Überwachungsergebnis, d.h. die Ladezustände der Batterie B und des Energiespeichers 3 sowie einen durch eine nicht gezeigte Einrichtung erfassten Betriebszustand der Motors, d.h. einen der in der nachfolgenden Figur 2 aufgeführten Zustände 0 bis 4, d.h. Erststart, Beschleunigung (Boost), konstante Geschwindigkeit, Bremsen (Rekuperation) oder Stop/Start, ein Umschalten der Schalter S1 und S2 sowie den DC/DC-Wandler derart steuert, dass immer

ein geringstmöglicher Energieverbrauch sowie eine höchstmögliche Energiespeicherung erreicht wird.

Die genaue Funktionsweise der Steuereinrichtung, d.h. die Ansteuerung der Schalter S1 und S2 abhängig vom ermittelten Ladezustand der Batterie B und des Energiespeichers 3 sowie dem Betriebszustand des Fahrzeugs wird in Verbindung mit Fig. 2 besser ersichtlich. Bevorzugt werden als Schalter S1 und S2 steuerbare Halbleiterschalter verwendet.

In Fig. 2 sind in tabellarischer Form verschiedene Betriebszustände des Fahrzeugs mit Starter/Generator 1 und verschiedene Ladezustände des Energiespeichers 3 gegeneinander aufgetragen und die entsprechenden Energieversorgungszustände des Energiespeichers 3 und der Batterie B angegeben. Es wird außerdem unterschieden zwischen einem Ladezustand SOC der Batterie B  $< 70\%$  und einem Ladezustand SOC der Batterie B  $> 70\%$ .

Es muss zwischen fünf verschiedenen Zuständen, nämlich Zustand 0 = Erststart, Zustand 1 = Beschleunigung (Boost), Zustand 2 = konstante Geschwindigkeit ( $v = \text{konstant}$ ), Zustand 3 = Rekuperation (Bremsvorgang) und Zustand 4 = Stop/Start unterschieden werden. Für diese wird nachfolgend genauer erläutert, wie die Energieentnahme bzw. Energiezufuhr von/zum Energiespeicher 3 und/oder Batterie B erfolgt. In der nachstehenden Erläuterung wird zusätzlich angegeben, in welchen Zustand die Steuereinrichtung 5 die Schalter S1 und S2 steuert.

Zustand 0 = Erststart:

- Im Fall eines Erststart, der in Fig. 2 als Zustand 0 bezeichnet ist, erfolgt, solange der Energiespeicher 3 leer ist, d.h.  $U_c = 0V$ , oder sich auf dem Spannungsniveau des DC/DC-Wandlers 2, d.h. beispielsweise  $U_c = 9V$



befindet, keine Entladung des Energiespeichers 3 und die Batterie B liefert die Energie sowohl für den Startvorgang als auch für das Bordnetz. Dies ist unabhängig vom Ladezustand SOC der Batterie B. In diesem Fall ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet.

- Wenn der Energiespeicher 3 einen Ladezustand entsprechend einem gewünschten Arbeitspunkt, beispielsweise  $U_c = 12V$ , aufweist oder vollständig gefüllt ist, beispielsweise  $U_c = 15V$ , dann wird unabhängig vom Ladezustand SOC der Batterie B die für den Start erforderliche Energie dem Energiespeicher 3 entnommen und das Bordnetz durch die Batterie B versorgt. In diesem Fall ist der Schalter S1 geöffnet und der Schalter S2 geschlossen.

Zustand 1 = Beschleunigung:

- Im Fall einer Beschleunigung des Fahrzeugs wird bei leerem Energiespeicher 3, d.h.  $U_c = 0V$ , bzw., wenn sich der Energiespeicher 3 auf dem Spannungsniveau des DC/DC-Wandlers 2, z.B.  $U_c = 9V$ , befindet, bei einem Ladezustand SOC der Batterie B  $< 70\%$  nur das Bordnetz aus der Batterie B mit Energie versorgt, hierbei sind die Schalter S1 und S2 geöffnet, während bei einem besseren Ladezustand SOC der Batterie B die Batterie B zusätzlich auch die Energie für die Beschleunigung liefert, hierbei ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet.
- Wenn hingegen der Energiespeicher 3 sich auf dem gewünschten Arbeitspunkt befindet, d.h.  $U_c = 12V$ , oder der Energiespeicher 3 voll ist, d.h.  $U_c = 15V$ , wird bei einem Ladezustand SOC der Batterie B  $< 70\%$  das Bordnetz aus dem Energiespeicher 3 mit Energie versorgt und die Batterie B geladen. In diesem Zustand ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet. Bei einem

Ladezustand SOC der Batterie B < 70% liefert hingegen der Energiespeicher 3 die Energie für die Beschleunigung und die Batterie B die Energie für das Bordnetz. Dabei ist der Schalter S1 geöffnet und der Schalter S2 geschlossen.

Zustand 2 = konstante Geschwindigkeit:

- Im Fall einer konstanten Geschwindigkeit des Fahrzeugs wird bei leerem Energiespeicher 3, d.h.  $U_c = 0V$  und einem Ladezustand SOC der Batterie B < 70% das Bordnetz durch die Batterie B mit Energie versorgt und die Batterie B geladen. Dazu ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet. Wenn hingegen der Ladezustand SOC der Batterie B < 70% ist, wird der Energiespeicher 3 mittels Rekuperation über den Generator 1 geladen und das Bordnetz durch die Batterie B mit Energie versorgt. Dabei ist der Schalter S1 geöffnet und der Schalter S2 geschlossen.
- Bei einem Spannungsniveau des Energiespeichers 3 entsprechend dem des DC/DC-Wandlers 2, d.h. beispielsweise 9V, wird bei einem Ladezustand SOC der Batterie B < 70% das Bordnetz durch die Batterie B mit Energie versorgt und die Batterie B geladen. Hierbei ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet. Wenn hingegen der Ladezustand SOC der Batterie B > 70% ist, wird nur das Bordnetz durch die Batterie B mit Energie versorgt. Dabei sind die Schalter S1 und S2 geöffnet.
- Bei einem Spannungsniveau des Energiespeichers 3 entsprechend dem gewünschten Arbeitspunkt, d.h. beispielsweise 12V, wird bei einem Ladezustand SOC der Batterie B < 70% das Bordnetz durch den Energiespeicher 3 mit Energie versorgt und die Batterie B geladen. Dabei ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet.

Wenn hingegen der Ladezustand SOC der Batterie B  $> 70\%$  ist, wird das Bordnetz durch die Batterie B mit Energie versorgt. Dabei sind die Schalter S1 und S2 geöffnet.

- Wenn der Energiespeicher 3 voll ist, d.h. beispielsweise  $U_c = 15V$  ist, wird bei einem Ladezustand SOC der Batterie B  $< 70\%$  das Bordnetz aus dem Energiespeicher 3 mit Energie versorgt und die Batterie B geladen. In diesem Zustand ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet. Wenn hingegen der Ladezustand SOC der Batterie B  $> 70\%$  ist, wird das Bordnetz aus dem Energiespeicher 3 mit Energie versorgt. Hierbei sind die Schalter S1 und S2 geöffnet.

Zustand 3 = Rekuperation (Bremsvorgang):

- Im Falle eines Bremsvorgangs wird bei leerem Energiespeicher 3 der Energiespeicher 3 durch Rekuperation über den Generator 1 aufgeladen und das Bordnetz wird durch die Batterie B mit Energie versorgt, unabhängig davon, wie der Ladezustand SOC der Batterie B ist. Dabei ist der Schalter S1 geöffnet und der Schalter S2 geschlossen.
- Wenn der Energiespeicher 3 auf dem Spannungsniveau des DC/DC-Wandlers 2 ist, d.h. beispielsweise  $U_c = 9V$ , wird unabhängig vom Ladezustand SOC der Batterie B der Energiespeicher 3 durch Rekuperation über den Generator 1 aufgeladen und das Bordnetz durch die Batterie B mit Energie versorgt. Alternativ ist es möglich, bei einem Ladezustand SOC der Batterie B  $< 70\%$  die Batterie B mittels Rekuperation über den Generator 1 aufzuladen. Im ersten Fall ist dabei der Schalter S1 geöffnet und der Schalter S2 geschlossen, während es bei der Alternative genau umgekehrt ist.

- Wenn der Energiespeicher 3 sich im gewünschten Arbeitspunkt befindet, d.h. beispielsweise  $U_c = 12V$ , wird bei einem Ladezustand SOC der Batterie B  $< 70\%$  der Energiespeicher 3 mittels Rekuperation über den Generator 1 aufgeladen und die Batterie B versorgt das Bordnetz. Dann ist der Schalter S1 geöffnet und der Schalter S2 geschlossen. Alternativ kann auch nur die Batterie B mittels Rekuperation über den Generator 1 aufgeladen werden. Hierbei ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet. Wenn der Ladezustand SOC der Batterie B  $> 70\%$  ist, wird der Energiespeicher 3 mittels Rekuperation über den Generator 1 aufgeladen und versorgt das Bordnetz. Dazu ist der Schalter S1 geöffnet und der Schalter S2 geschlossen.
- Wenn schließlich der Energiespeicher voll ist, d.h. beispielsweise  $U_c = 15V$  ist, wird bei einem Ladezustand SOC der Batterie B  $< 70\%$  das Bordnetz aus dem Energiespeicher 3 mit Energie versorgt und die Batterie B mittels Rekuperation über den Generator 1 aufgeladen. Dabei ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet. Wenn hingegen der Ladezustand SOC der Batterie B  $> 70\%$  ist, wird das Bordnetz aus der Batterie B mit Energie versorgt. Dazu sind die Schalter S1 und S2 geöffnet.

Zustand 4 = Stop/Start:

- Wenn bei einem Stop bzw. Start des Fahrzeugs der Energiespeicher 4 leer ist oder ein Spannungsniveau entsprechend dem DC/DC-Wandler 2 aufweist, beispielsweise  $U_c = 9V$ , dann wird unabhängig vom Ladezustand SOC der Batterie B die für den Start erforderliche Energie sowie die Energie zur Versorgung des Bordnetzes von der Batterie B geliefert. Dabei ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet.

- Wenn der Energiespeicher sich im gewünschten Arbeitspunkt befindet, d.h. beispielsweise  $U_c = 12V$  ist, dann wird unabhängig vom Ladezustand der Batterie B die für den Start erforderliche Energie dem Energiespeicher 3 entnommen und das Bordnetz durch die Batterie B mit Energie versorgt. In diesem Zustand ist der Schalter S1 geschlossen und der Schalter S2 geöffnet.
- Wenn schließlich der Energiespeicher 3 voll ist, d.h. beispielsweise  $U_c = 15V$  ist, dann wird die Energie für den Start sowie zur Bordnetzversorgung dem Energiespeicher 3 entnommen. Dazu ist der Schalter S2 geschlossen und der Schalter S1 geöffnet.

Die Spannung des Energiespeichers 3 ist abhängig von seiner Kapazität und der Leistungselektronik (z.B. 30V), dem integrierten Starter/Generator 1 sowie dem DC/DC-Wandler 2. Bei Spannungen von mehr als 15V ist für alle Zustände ein weiterer Rekuperationsmodus möglich. Nämlich kann eine kombinierte Rekuperation erfolgen, d.h. wenn die Generatorspannung  $U_{Gen} > 15V$  ist, dann erfolgt die Rekuperation in den Energiespeicher 3, ansonsten erfolgt sie in die Batterie B.

Somit erfolgt mit der erfindungsgemäßen Bordnetzarchitektur die Energieversorgung nur im Fall des Erststart aus der Batterie B, während sie bei späteren Starts oder Stopps über den Energiespeicher 3 erfolgt, der beispielsweise ein Ultracap ist.

Die Rekuperation erfolgt primär über den Energiespeicher 3. Dadurch ist die Batterie B zu 95-100% aufladbar sowie eine konstante, batteriezustandsunabhängige Rekuperationsenergie speicherbar.

Die Bordnetzspeisung erfolgt während der Rekuperation über den DC/DC-Wandler 2. Nach der Rekuperation erfolgt die Bordnetzspeisung über die Batterie B, wenn keine Antriebsunterstützung möglich oder nötig ist.

Bei überschüssiger Rekuperationsenergie kann eine Rückspeisung auf in die Batterie B erfolgen, dann wird als Ladezustandsschwelle anstelle von 70% 85% eingestellt.

Es kann bei der erfindungsgemäßen Bordnetzarchitektur eine Antriebsunterstützung durch den integrierten Starter/Generator mit der Energie aus dem Energiespeicher 3 erfolgen.

Bis der Energiespeicher 3 nach einem Erststart geladen ist, erfolgt eine Antriebsunterstützung aus der Batterie B.

Während der Rekuperation in den Energiespeicher 3 erfolgt eine Speisung des Bordnetzes über den DC/DC-Wandler 2 und/oder die Batterie B. Auf diese Weise ist es nun möglich, den DC/DC-Wandler 2 nur auf die mittlere Leistung des Energiespeichers 3 auszulegen.

Ein Startvorgang, d.h. beispielsweise ein Schnellstart mit  $U > 12V$ , erfolgt grundsätzlich über den Energiespeicher 3 ohne DC/DC-Kopplung.

Durch das erfindungsgemäße Bordnetz kann die Batteriegröße reduziert werden. Dies hat Gewichts-, Packaging- und Kostenvorteile.

Zudem wird die Lebensdauer der Batterie B gesteigert, da ihre Belastung reduziert wird.

Schließlich kann der Batterie B mit dem DC/DC-Wandler 2 bedarfsgerecht geladen werden, was die Bordnetzzuverlässigkeit und Startsisicherheit weiter erhöht.

Schließlich wird die Startsisicherheit auch bei einer teilentladenen Batterie B weiter verbessert.

Zusammenfassend offenbart die vorliegende Erfindung eine Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz mit einem Starter-Generator, einer Leistungselektronik, mindestens einer Batterie, mindestens einem dynamischen Energiespeicher und einem DC/DC-Wandler. Die Energieversorgungsschaltung weist einen ersten mit dem DC/DC-Wandler versehenen und mit einem Anschluss des dynamischen Energiespeichers verbundenen Verbindungszweig und einen zweiten mit einem Anschluss der Batterie verbundenen Verbindungszweig auf. Beide Verbindungszweige sind über steuerbare Schalter vom Starter-Generator trennbar. Eine Steuereinrichtung steuert die Schalter in dem ersten und zweiten Verbindungszweig sowie den DC/DC-Wandler ansprechend auf einen Ladezustand der Batterie und des Energiespeichers sowie einen Betriebszustand des Kraftfahrzeugs derart an, dass vorhandene Rekuperationsenergie im Energiespeicher gespeichert wird, eine Antriebsunterstützung durch Energie aus dem Energiespeicher erfolgt, sobald dieser geladen ist, und bis dahin aus der Batterie, für einen Schnellstart Energie aus dem Energiespeicher genützt wird, die Batterie entsprechend ihrem Ladezustand bedarfsgerecht geladen wird und nach einer Rekuperation das Bordnetz über die Batterie gespeist wird.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz mit:  
einem Starter-Generator (1),  
einer Leistungselektronik (LE),  
mindestens einer Batterie (B),  
mindestens einem dynamischen Energiespeicher (3) und  
einem DC/DC-Wandler (2),  
wobei der Starter-Generator (1) über einen ersten Verbindungszweig, in dem der DC/DC-Wandler (2) angeordnet ist, mit dem Bordnetz verbindbar ist,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass  
der Starter-Generator (1) über einen zweiten Verbindungszweig mit dem Bordnetz verbindbar ist,  
wobei sowohl der erste als auch der zweite Verbindungszweig an ihrer mit dem Starter-Generator (1) verbundenen Seite jeweils einen Schalter (S1, S2) aufweisen, über den der Verbindungszweig aufgetrennt werden kann,  
die Batterie (B) bordnetzseitig zwischen dem zweiten Verbindungszweig und Masse verbunden ist,  
der Energiespeicher (3) zwischen dem Schalter (S2) im ersten Verbindungszweig und dem DC/DC-Wandler (2) zwischen Masse und dem ersten Verbindungszweig verbunden ist, und  
eine Steuereinrichtung (5) ausgebildet ist, die Schalter (S1, S2) in dem ersten und zweiten Verbindungszweig sowie den DC/DC-Wandler (2) ansprechend auf einen Ladezustand



- der Batterie (B) und des Energiespeichers (3) sowie einen Betriebszustand des Kraftfahrzeugs derart ansteuert, dass
- vorhandene Rekuperationsenergie im Energiespeicher (3) gespeichert wird und optional, wenn der Energiespeicher (3) voll geladen ist, vorhandene Rekuperationsenergie zum Laden der Batterie (B) genützt wird,
  - eine Antriebsunterstützung durch Energie aus dem Energiespeicher (3) erfolgt, sobald der Energiespeicher (3) nach einem Erststart geladen ist und bis zu diesem Zeitpunkt eine Antriebsunterstützung aus der Batterie (B) erfolgt,
  - für einen Schnellstart Energie aus dem Energiespeicher (3) genützt wird,
  - die Batterie entsprechend ihrem Ladezustand bedarfsgerecht geladen wird und
  - nach einer Rekuperation das Bordnetz über die Batterie (B) gespeist wird.
2. Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 1,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass  
weiterhin eine Überwachungseinrichtung (4) ausgebildet ist, die den Ladezustand der Batterie (B) und des Energiespeichers (3) überwacht und das Überwachungsergebnis an die Steuereinrichtung (5) übermittelt.
3. Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug-Bordnetz nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass  
die Schalter (S1, S2) als steuerbare Halbleiterschalter ausgeführt sind.
4. Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,

dass

der dynamische Energiespeicher (4) als Kondensator ausgeführt ist.

5. Energieversorgungsschaltung für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 4,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,

dass

der Kondensator als Supercap oder Ultracap ausgeführt ist.

1/3

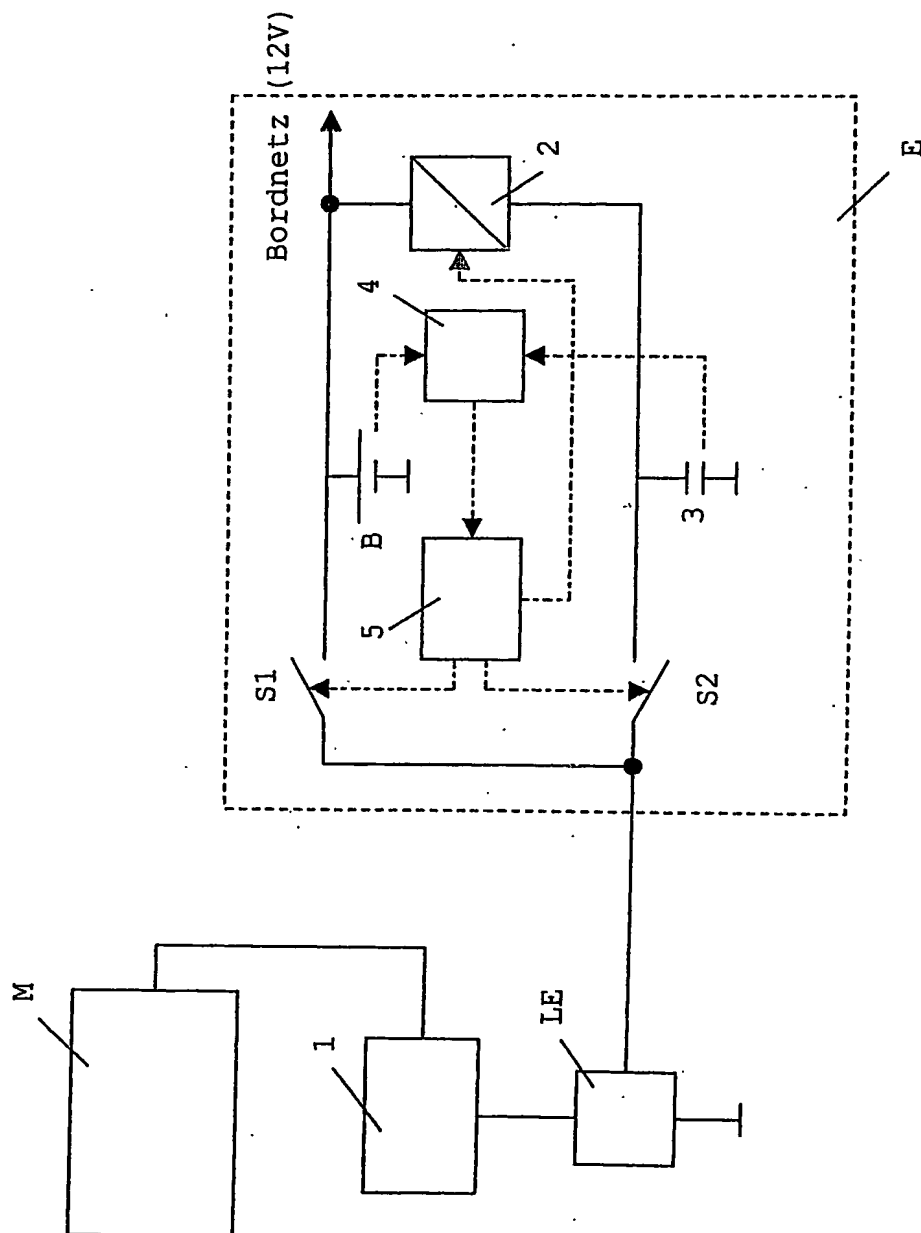


Fig. 1

	Uc = 0V (Ucap leer)		Uc = 9 V (DC/DC-Wandler)		Uc = 12V (gewünschter AP)		Uc = 15V (Ucap voll)	
	< 70%	≥ 70%	< 70%	≥ 70%	< 70%	≥ 70%	< 70%	≥ 70%
SOC								
0 - Erststart	Ucap: - Batt: Start + Bordnetz	Ucap: - Batt: Start + Bordnetz	Ucap: - Batt: Start + Bordnetz	Ucap: - Batt: Start + Bordnetz	Ucap: Start Batt: Bordnetz	Ucap: Start Batt: Bordnetz	Ucap: Start Batt: Bordnetz	Ucap: Start Batt: Bordnetz
1 - Boost	Ucap: - Batt: Bordnetz	Ucap: - Batt: Boost + Bordnetz	Ucap: - Batt: Bordnetz	Ucap: - Batt: Boost + Bordnetz	Ucap: Bordnetz Batt: laden	Ucap: Bordnetz Batt: laden	Ucap: Boost Batt: Bordnetz	Ucap: Boost Batt: Bordnetz
2 - v = konst.	Ucap: - Batt: Bordnetz Batt: Laden	Ucap: Rekup. Batt: Bordnetz	Ucap: - Batt: Bordnetz + Batt: Laden	Ucap: - Batt: Bordnetz	Ucap: Bordnetz Batt: laden	Ucap: Bordnetz Batt: laden	Ucap: Bordnetz Batt: -	Ucap: Bordnetz Batt: -
3 - Rekup.	Ucap: Rekup. Batt: Bordnetz	Ucap: Rekup. Batt: Bordnetz	Ucap: Rekup. Batt: Bordnetz oder Ucap: - Batt: Rekup.	Ucap: Rekup. Batt: Bordnetz	Ucap: Rekup. Batt: Bordnetz oder Ucap: - Batt: Rekup.	Ucap: Rekup. Batt: Bordnetz	Ucap: - Batt: Bordnetz (aus Generator)	Ucap: - Batt: Bordnetz (aus Generator)
4 - Stop/Start	Ucap: - Batt: Start + Bordnetz	Ucap: - Batt: Start + Bordnetz	Ucap: - Batt: Start + Bordnetz	Ucap: - Batt: Start + Bordnetz	Ucap: Start Batt: Bordnetz	Ucap: Start Batt: Bordnetz	Ucap: Start + Batt: Bordnetz	Ucap: Start + Batt: Bordnetz

Fig. 2

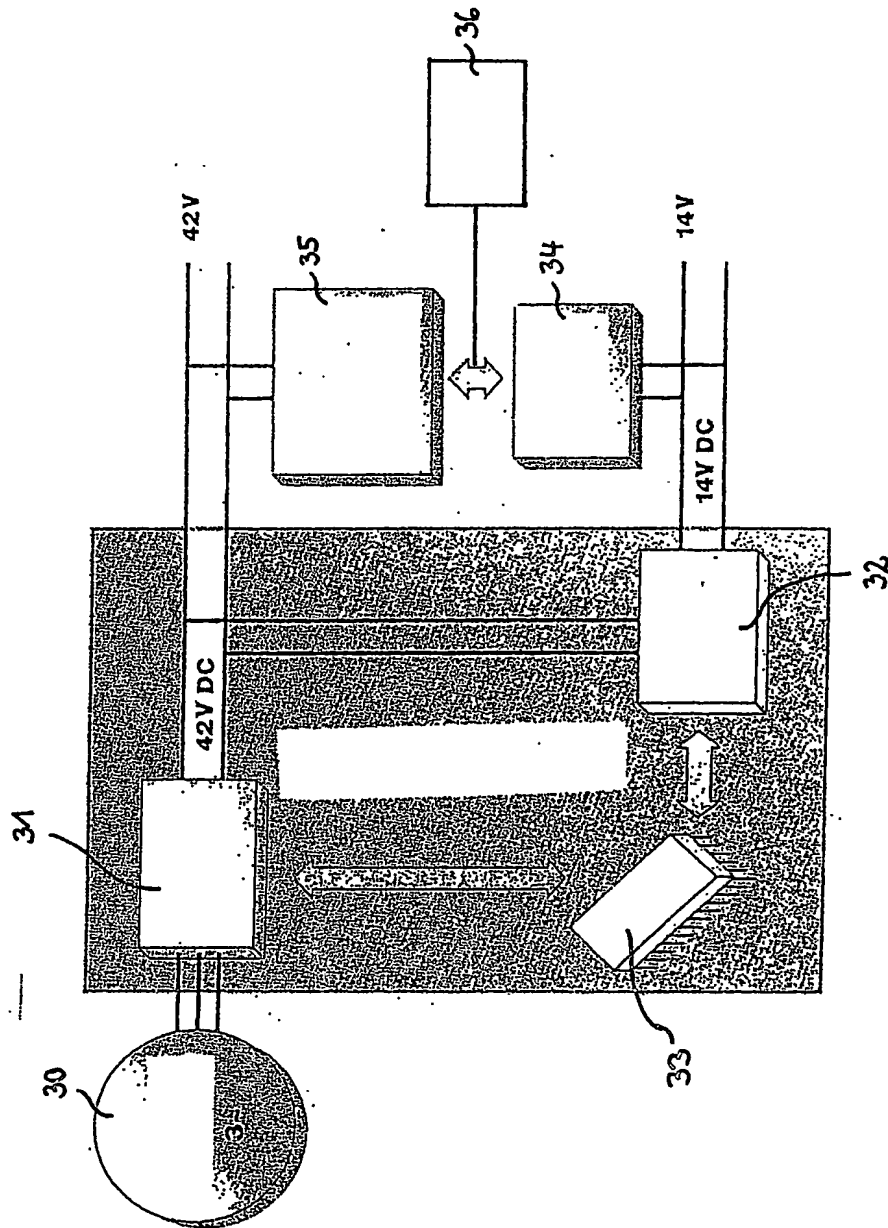


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/14219

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02J7/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/066293 A (BOLZ STEPHAN ;KNORR RAINER (DE); SIEMENS AG (DE)) 29 August 2002 (2002-08-29) page 10, line 13 -page 16, line 7 -----	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 May 2004

Date of mailing of the international search report

21/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gentili, L

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/14219

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02066293 A	29-08-2002	WO 02066293 A1 EP 1360090 A1	29-08-2002 12-11-2003

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/14219

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02J7/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02/066293 A (BOLZ STEPHAN ;KNORR RAINER (DE); SIEMENS AG (DE)) 29. August 2002 (2002-08-29) Seite 10, Zeile 13 -Seite 16, Zeile 7	1-5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"G" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Mai 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/05/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gentili, L



**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP 03/14219**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 02066293	A	29-08-2002	WO	02066293 A1	29-08-2002
			EP	1360090 A1	12-11-2003

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**